

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) **Gebrauchsmuster**
(10) **DE 296 11 276 U 1**

(51) Int. Cl. 6:
H 01 F 27/28

DE 296 11 276 U 1

296 11 276.3
27. 6. 96
31. 7. 97
11. 9. 97

- (21) Aktenzeichen:
(22) Anmeldetag:
(47) Eintragungstag:
(43) Bekanntmachung
im Patentblatt:

(73) Inhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

(50) Rechercheergebnisse nach § 7 Abs. 2 GbmG:

DE 41 35 979 A1
DE 82 26 746 U1
US 36 59 240

(54) Planartransformator

DE 296 11 276 U 1

27.06.96

1

Beschreibung

Planartransformator

- 5 Planartransformatoren weisen wie herkömmliche Transformatoren eine Primärwicklung und wenigstens eine Sekundärwicklung auf, welche durch einen Kern induktiv gekoppelt sind. Primär- und Sekundärwicklung sind dabei gegeneinander isoliert im Transformator angeordnet. Gegenüber herkömmlichen Transformatoren
- 10 sind aber bei Planartransformatoren die Wicklungen schleifenförmig ausgebildet und eben auf übereinander gestapelten Flächen aufgebracht. Planartransformatoren weisen somit eine gegenüber klassischen Transformatoren reduzierte Baugröße auf.
- 15 Bei Planartransformatoren besteht zum einen eine Anforderung darin, daß aufgrund von Sicherheitsanforderungen die Primärwicklung gegenüber dem Kern doppelt isoliert sein sollte. Zum anderen sollte aber trotzdem eine möglichst gute Wärmeableitung der Abwärme gegeben sein, die in den flächenartig übereinanderliegenden Wicklungen entsteht.
- 20 Aus der US 5,010,314 ist ein Planartransformator bekannt. Dabei bilden ebene, auf Plättchen angeordnete Wicklungen die Primär- und die Sekundärwicklungen. Um die Sicherheitsanforderungen bezüglich von Luft- und Kriechstrecken zu erfüllen
- 25 sind zur Isolierung der Primär- und Sekundärwicklungen zwischen die wicklungstragenden Plättchen dünne Isolationsplättchen eingelegt. Zur weiteren Isolation der Primärwicklung gegenüber dem Kern und den außenliegenden Sekundärwicklungen umschließen zusätzlich im Inneren zwei flache, schalenförmige
- 30 Isolationsformteile vollständig die Primärwicklungen. Des Weiteren dienen die Isolationsformteile zur mechanischen Aufnahme und Halterung sowohl der wicklungstragenden Plättchen als auch der Isolationsplättchen.
- 35 Nachteilig ist bei einer derartigen Anordnung, daß die Wärmeableitung durch die schalenförmigen Isolationsformteile zwischen den Primär- und Sekundärwicklungen sowie dem Kern des

27.06.96

2

Planartransformators verschlechtert wird. Desweiteren ist die Herstellung der relativ kompliziert aufgebauten, zusammensteckbaren Isolationsformteile entsprechend aufwendig und teuer. Ein weiterer Nachteil ist, daß durch die Isolationsformteile zusätzliche Fertigungsschritte bei der Herstellung des Planartransformators verursacht werden, welcher unter Umständen in sehr hohen Stückzahlen gefertigt wird.

Aus der US 3,483,499 ist eine Induktanz bzw. ein Blindwiderstand in Planarbauweise bekannt, welche auch als Transformator ausgebildet sein kann. Auf übereinanderstapelbaren Plättchen sind dabei spiralförmig Wicklungen aufgebracht, die jeweils an der Außenkante miteinander kontaktierbar sind. Zwischen den Plättchen sind zur weiteren Isolation zusätzlich Isolationsplättchen einlegbar. Die Anordnung ist dabei insbesondere für den Einsatz bei hohen Temperaturen vorgesehen.

Die wicklungstragenden Plättchen sind deshalb aus temperaturbeständigen Materialien wie Keramik hergestellt. Als Materialien für die Isolationsplättchen können insbesondere temperaturbeständiger Glimmer oder ebenfalls Keramik dienen. Durch Übereinanderstapeln der insbesondere aus Keramik bestehenden wicklungstragenden Plättchen und eine entsprechende Kontaktierung der Wicklungen können somit beispielsweise eine Primär- und Sekundärwicklung eines Transformators gebildet werden.

Auch bei diesem induktiven Bauteil handelt es sich um einen losen Aufbau übereinanderliegender wicklungstragender Plättchen und Isolationsplättchen.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Planartransformator anzugeben, der einerseits eine einfache und effektive elektrische Isolierung der Wicklungen aufweist und andererseits den notwendigen Sicherheitsanforderungen bezüglich der Isolation entspricht.

27.06.96

3

Die Aufgabe wird gelöst mit dem im Anspruch 1 angegebenen Planartransformator.

Vorteil der Erfindung ist der sehr kompakte, flache und einfache Aufbau des erfindungsgemäßen Planartransformators. Primär- und Sekundärplatten sind ohne zusätzliche Isolationsformteile gegeneinander isoliert und entsprechen den Sicherheitsanforderungen bezüglich der Isolation. Die Isolationsfolien sind dabei luftdicht, nicht lösbar und dauerhaft auf die auf den einzelnen Leiterplatten aufgebrachten Wicklungen aufgepreßt. Diese dünne und effektive Isolationsbeschichtung überzieht somit die Wicklungen, ohne daß wärmedämmende Luftpolster zwischen den geschichteten Leiterplatten vorliegen. Dadurch wird eine optimale Wärmeableitung bewirkt.

15

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß der Kern ohne zusätzliche Isolierung direkt beispielsweise an ein mögliches Gehäuse des Planartransformators angrenzen kann. Somit erfolgt eine möglichst ungehinderte Wärmeableitung vom Kern und den Wicklungen.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den entsprechenden Unteransprüchen angegeben.

25 Die Erfindung wird desweiteren anhand des in den nachfolgend kurz angeführten Figuren dargestellten Ausführungsbeispieles weiter erläutert. Dabei zeigt

30 FIG 1 ein Beispielhaftes Schaltbild für einen gemäß der Erfindung ausgeführten Planartransformator,

35 FIG 2 beispielhaft eine Seitenansicht, eines dem Schaltbild von Figur 1 entsprechenden und gemäß der Erfindung ausgeführten Ausführungsbeispieles des Planartransformators,

27.06.96

FIG 3 beispielhaft eine Ansicht einer einzelnen Leiterplatte mit Wicklung des erfindungsgemäßen Planartransformators von oben,

5 FIG 4 beispielhaft einen Querschnitt einer einzelnen Leiterplatte, auf welcher beidseitig je eine Wicklung angeordnet ist, wobei jeweils eine elektrisch isolierende Beschichtung luftdicht und nicht lösbar auf beide Seiten der Leiterplatte und die dortigen Wicklungen aufgebracht ist,
10

15 FIG 5 beispielhaft eine Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels einer Sekundärplatine, mit mittels der elektrisch isolierenden Beschichtung verpreßten Leiterplatten,

20 FIG 6 beispielhaft eine Schnittdarstellung eines dem Schaltbild von Figur 1 entsprechenden Ausführungsbeispiels der Primärplatine, mit mittels der elektrisch isolierenden Beschichtung verpreßten Leiterplatten.

In Figur 1 ist beispielhaft das Schaltbild für einen gemäß der Erfindung ausgeführten Planartransformator dargestellt. Die Primärseite des Planartransformators weist dabei in der
25 Regel eine Primärwicklung PW mit den Anschlüssen 1 und 3, sowie einen Mittelanschluß 2 auf. Des Weiteren kann eine Hilfswicklung HW mit den Anschlüssen 4 und 5 vorliegen. Auf der Sekundärseite weist der Planartransformator beispielsweise eine Sekundärwicklung SW1 und SW2 mit den Anschlüssen 6, 7
30 und 8, 9 auf.

In Figur 2 ist eine Seitenansicht eines gemäß der Erfindung ausgeführten Ausführungsbeispiels des Planartransformators T dargestellt. Der Planartransformator T weist dabei eine sogenannte Primärplatine PP und beispielsweise zwei sogenannte Sekundärplatten SP1 und SP2 auf. Die Primärplatine PP weist dabei die im Schaltbild der Figur 1 dargestellte Primärwick-

27.06.96

- lung PW und gegebenenfalls die Hilfswicklung HW auf. Die Sekundärplatine SP1 und gegebenenfalls die weitere Sekundärplatine SP2 weisen die ebenfalls im Schaltbild der Figur 1 dargestellte Sekundärwicklung SW1 bzw. SW2 auf. Die übereinanderliegenden Primär- und Sekundärplatten PP, SP1 und SP2 weisen jeweils eine in Figur 3 dargestellte Aussparung A auf, durch welche ein Kern K zur induktiven Kopplung der Primär- und Sekundärwicklungen PW, SW1 und SW2 reicht. Bevorzugt besteht der Kern K aus zwei E-förmigen zusammensetzbaren Hälften K1 und K2. Als Material für den Kern K eignet sich beispielsweise Ferrit. Insbesondere durch Anschlußstifte KP und KS ist der Planartransformator T von außen elektrisch kontaktierbar.
- 15 Primär- und Sekundärplatten PP, SP1 und SP2 weisen jeweils wenigstens eine Leiterplatte LP auf. In Figur 3 ist beispielsweise eine einzelne Leiterplatte LP in Draufsicht dargestellt. Auf einer derartigen Leiterplatte LP ist jeweils wenigstens eine ebene Wicklung W zur Bildung der Primär- bzw. Sekundärwicklungen PW, SW1 und SW2 angeordnet. Die Wicklung W ist dabei bevorzugt kreis- oder spiralförmig um eine in der Leiterplatte LP vorliegende Aussparung A angeordnet und weist beispielsweise zur elektrischen Kontaktierung der Wicklung W die Anschlußpunkte P und P' auf. Die Wicklung W sollte dabei aus Isolationsgründen und insbesondere zur Erfüllung der Sicherheitsanforderungen bezüglich der Isolierung nicht zu nahe an diese Aussparung A heranreichen, beispielsweise nicht näher als 0,4 mm. Durch die Aussparung A reicht der in der Regel E-förmige Kern K.
- 20 30 Erfindungsgemäß ist eine in der Figur 4 dargestellte elektrisch isolierende Beschichtung IS luftdicht und nicht lösbar auf diese Wicklung W der Leiterplatte LP aufgebracht. Bevorzugt überzieht die Beschichtung IS dabei vollständig die Leiterplatte LP mit der darauf angeordneten Wicklung W. Die Beschichtung IS wird dabei insbesondere zunächst in Form einer Isolationsfolie aufgetragen, welche unter Umständen auch

27.06.96

mehrlagig aufgebracht sein kann. Diese Isolationsfolie wird dann bei einer hohen Temperatur, wie beispielsweise 200°C, aufgeschmolzen und luftdicht aufgepreßt. Durch die erfindungsgemäße Isolation der Wicklung W in Form der luftdicht aufgebrachten Beschichtung IS entfallen jegliche Luft- und Kriechstrecken zum einen zwischen den Windungsbereichen der Wicklung W und zum anderen zwischen der Wicklung W und dem in Figur 3 dargestellten Kern K. Durch die sehr dicht aufliegende Isolationsfolie wird die wärmeisolierende Wirkung auf ein Minimum reduziert. Als Isolationsfolie können gegebenenfalls auch als „Prepreg“ bezeichnete Materialien verwendet werden.

In einer in der Figur 4 bereits dargestellten erfindungsgemäßen Ausführungsvariante des Planartransformators T sind auf den Leiterplatten LP beidseitig jeweils eine ebene Wicklung W und W' angeordnet, auf welchen jeweils luftdicht eine elektrisch isolierende Beschichtung IS und IS' nicht lösbar aufgebracht ist. Die Leiterplatte LP und die darauf angeordneten Wicklungen W bzw. W' sind somit möglichst vollständig mit der Beschichtung IS bzw. IS' überzogen. Mittels Durchkontaktierungen KP und KP' durch die Leiterplatte LP sind die Wicklungen W und W' insbesondere zur Bildung einer einzigen Spule untereinander entsprechend kontaktierbar, beispielsweise über die in der Figur 3 dargestellten Anschlußpunkte P und P'.

In den Figuren 5 und 6 sind weitere erfindungsgemäße Ausführungsvarianten des Planartransformators T dargestellt. In Figur 5 ist dabei beispielsweise eine mehrschichtige Ausführungsvariante der Sekundärplatine SP1, in Figur 6 eine mehrschichtige Ausführungsvariante der Primärplatine PP dargestellt.

Die in der Figur 5 beispielhaft dargestellte Sekundärplatine SP1 bzw. SP2 weist übereinander geschichtete Leiterplatten LP1 und LP2 auf. Dabei sind auf diesen Leiterplatten LP1 und LP2 beispielsweise die Wicklungen W1 und W2 aufgebracht, die in Reihe geschaltet die Sekundärwicklung SW1 bzw. SW2 bilden.

27.06.96

7

Die Wicklungen W1 und W2 sind jeweils luftdicht mit einer nicht lösaren elektrisch isolierenden, die Leiterplatten LP1 und LP2 jeweils überziehenden Beschichtung IS1 bis IS2' überzogen. Die Anzahl der übereinander zu schichtenden Leiter-

5 platten hängt insbesondere von der notwendigen Wicklungslänge der die Sekundärwicklung SW1 bzw. SW2 bildenden Wicklungen W1 und W2 ab. Mittels den innenliegenden elektrisch isolierenden Beschichtungen IS1' und IS2 sind die Leiterplatten LP1 und LP2 nicht lösbar zu den geschichteten Sekundärplatinen SP1

10 bzw. SP2 verpreßt.

In der Figur 6 ist eine in entsprechender Weise geschichtete Primärplatine PP beispielhaft dargestellt. Auf den übereinander geschichteten Leiterplatten LP4 bis LP5 sind jeweils beid-

15 seitig die Wicklungen W3 bis W6 aufgebracht. Die in Reihe geschalteten Wicklungen W3 bis W6 bilden die Primärwicklung PW. Die Leiterplatten LP4 bis LP5 und die Wicklungen W3 bis W6 sind jeweils luftdicht mit einer nicht lösaren elektrisch isolierenden Beschichtung IS4 bis IS5' überzogen. Dabei kön-

20 nen die Wicklungen W3 bis W6 ebenfalls einseitig oder beidseitig auf den Leiterplatten LP4 bis LP5 angeordnet sein. Mittels den innenliegenden elektrisch isolierenden Beschich-

25 tungen IS4' und IS5 sind die Leiterplatten LP4 bis LP5 nicht lösbar zu der geschichteten Primärplatine PP verpreßt.

In Figur 6 ist für das oben bereits beschriebene Ausführungsbeispiel des Planartransformators T eine weitere Ausführungsvariante dargestellt. Auf Leiterplatten LP3 und LP6 sind dabei Wicklungen HW1 und HW2 angeordnet, welche zusammenge-

30 schaltet die bereits im Schaltplan der Figur 1 dargestellte Hilfswicklung HW bilden. Die Wicklungen HW1 und HW2 sind jeweils mittels einer elektrisch isolierenden Beschichtung IS3' und IS6 luftdicht und nicht lösbar überzogen. Die Leiterplatten LP3 und LP6 sind dabei mit den die Primärwicklung PW tragenden Leiterplatten LP4 und LP5 mittels der elektrisch iso-

35 lierenden Beschichtung IS3', IS4 und IS5', IS6 nicht lösbar verpreßt. Bevorzugt umschließen die insbesondere zusammenge-

27.06.96

schalteten Wicklungen HW1 und HW2 symmetrisch die Wicklungen W3 bis W6, welche die Primärwicklung PW bilden.

Wie in den Figuren 5 und 6 desweiteren dargestellt ist, können die Primär- und/oder Sekundärplatten PP, SP1 und SP2 insbesondere jeweils in den äußeren Bereichen wenigstens eine elektromagnetisch abschirmende Schicht S1, S2 und S3, S4 aufweisen. Diese elektromagnetisch abschirmenden Schichten S1, S2 und S3, S4 sind in den Ausführungsbeispielen der Figuren 5 und 6 auf die Leiterplatten LP1, LP2 und LP3, LP6 aufgebracht und mit der elektrisch isolierenden Beschichtung IS1, IS2' und IS3, IS6' überzogen. In Figur 5 sind die elektromagnetisch abschirmenden Schichten S1 und S2 dabei außerhalb der innenliegenden Wicklungen W1 und W2 angeordnet. In Figur 6 umschließen die Leiterplatten LP3 und LP6, welche die elektromagnetisch abschirmenden Schichten S3 und S4 tragen, dabei die Leiterplatten LP 4 bis LP5, welche die übrigen innenliegenden Wicklungen HW1, W3 bis W6 und HW2 tragen und sind mit diesen mittels der elektrisch isolierenden Beschichtung und IS3', IS4 und IS5', IS6 luftdicht und nicht lösbar verpreßt.

Die in den Figuren 5 und 6 dargestellten Wicklungen W1 und W2 bzw. W3 bis W6 bilden insbesondere mittels der diese kontaktierenden und durch die Leiterplatten LP1 bis LP2 bzw. LP3 bis LP6 hindurchreichenden Durchkontaktierungen KP1 und KP2 bzw. KP3 und KP4 die Sekundärplatten SP1 bzw. SP2, bzw. die Primärplatine PP. Über die dargestellten Anschlußkontakte 6 und 7 bzw. 8 und 9 sind die Sekundärwicklungen SW1 bzw. SW2 elektrisch kontaktierbar, über die Anschlußkontakte 1 und 3 ist die Primärwicklung PW elektrisch kontaktierbar. Die desweiteren bereits im Schaltplan der Figur 1 dargestellten restlichen Anschlußbezeichnungen 2, 4 und 5, sowie mögliche Anschlüsse der elektromagnetisch abschirmenden Schichten S1, S2 und S3, S4 sind in den Figuren 5 und 6 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht mehr dargestellt.

27.06.96

Wie bereits in der Figur 2 dargestellt, ist die Primärplatine PP bevorzugt zwischen zwei Sekundärplatten SP1 und SP2 angeordnet. Dies hat den Vorteil, daß die Primärwicklung PW neben einer ersten Isolierung in der Primärplatine PP erfindungsgemäß zusätzlich durch die beidseitig angeordneten Sekundärplatten SP1 und SP2 gegenüber dem Kern K isoliert ist. Während eine erste Isolierung der im Schaltbild der Figur 1 dargestellten Primärwicklung PW bereits in der Primärplatine PP vorliegt, erfolgt eine weitere, zweite Isolierung der Primärwicklung PW erfindungsgemäß durch die zwischen der Primärplatine PP und dem Kern K angeordneten Sekundärplatten SP1 und SP2. Dadurch kann vorteilhaft den Sicherheitsanforderungen bezüglich der Isolation entsprochen werden, die Primärwicklung PW durch eine doppelte Isolierung gegenüber dem Kern K bzw. einem möglichen Gehäuse des Planartransformators T abzusichern.

Gegebenenfalls können die übereinanderliegenden und jeweils geschichteten Primär- und Sekundärplatten PP, SP1 und SP2 zusätzlich mittels der außenliegenden elektrisch isolierenden Beschichtungen zu einem Gesamtblock verpreßt werden. Beispielsweise können die in den Figuren 5 und 6 dargestellten Beschichtungen IS2' und IS3 nicht lösbar zu einem Gesamtblock PP, SP1 und/oder SP2 verpreßt werden.

Vorteil des erfindungsgemäßen Planartransformators ist insbesondere dessen sehr kompakter, flacher und einfacher Aufbau, wobei die Primärwicklung unter Erfüllung der Sicherheitsanforderungen gegenüber dem Kern und den Sekundärwicklungen doppelt isoliert ist. Die Isolationsfolien sind luftdicht, nicht lösbar und dauerhaft auf die auf den einzelnen Leiterplatten aufgebrachten Wicklungen aufgepreßt, so daß keine wärmedämmenden Luftpolster zwischen den geschichteten Leiterplatten vorliegen. Dadurch wird eine optimale Wärmeableitung bewirkt. Vorteilhaft ist desweiteren, daß der Kern des Planartransformators ohne zusätzliche separate Isolationsformtei-

27.06.96

10

le direkt an ein mögliches Gehäuse angrenzbar ist und somit
eine vorteilhafte Wärmeableitung erfolgen kann.

27.06.96

11

Schutzzansprüche**1. Planartransformator**

- 5 a) mit einer Primärplatine (PP) und zumindest einer Sekundärplatine (SP1, SP2), welche jeweils wenigstens eine Leiterplatte (LP; LP1, LP2; LP3..LP6) aufweisen, auf denen jeweils wenigstens eine ebene Wicklung (W, W'; W1, W2; W3..W6) zur Bildung von Primär- bzw. Sekundärwicklungen (PW, SW1, SW2) angeordnet ist, wobei jeweils eine elektrisch isolierende Beschichtung (IS, IS'; IS1..IS2'; IS3..IS6') luftdicht und nicht lösbar auf die Leiterplatte (LP; LP1, LP2; LP3..LP6) und die Wicklungen (W, W'; W1, W2; W3..W6) aufgebracht ist, und

- 10 b) wobei die übereinanderliegenden Primär- und Sekundärplatten (PP, SP1, SP2) jeweils eine Aussparung (A) aufweisen, durch welche ein Kern (K) zur induktiven Kopplung der Primär- und Sekundärwicklungen (PW, SW1, SW2) reicht.

- 15 2. Planartransformator nach Anspruch 1, wobei auf den Leiterplatten (LP; LP1, LP2; LP3..LP6) beidseitig jeweils eine ebene Wicklung (W, W'; W1, W2; W3..W6) angeordnet ist, auf welche jeweils luftdicht eine elektrisch isolierende Beschichtung (IS, IS'; IS1..IS2'; IS3..IS6') aufgebracht ist.

- 20 3. Planartransformator nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Primär- bzw. Sekundärwicklungen (PW, SW1, SW2) jeweils

- 25 a) in mehrere einzelne Wicklungen (W, W'; W1, W2; W3..W6) aufgeteilt sind, die jeweils auf einer Leiterplatte (LP; LP1, LP2; LP3..LP6) luftdicht mit einer nicht lösbar elektrisch isolierenden Beschichtung (IS, IS'; IS1..IS2'; IS3..IS6') überzogen angeordnet sind, und jeweils

37.06.96

12

- b) mittels der elektrisch isolierenden Beschichtungen (IS, IS'; IS1..IS2'; IS3..IS6') nicht lösbar zur Primär- bzw. zu den Sekundärplatinen (PP, SP1, SP2) verpreßt sind.

5

4. Planartransformator nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Primärplatine (PP) zwischen zwei Sekundärplatinen (SP1, SP2) angeordnet ist.

- 10 5. Planartransformator nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Primär- und Sekundärplatinen (PP, SP1, SP2) übereinandergeschichtet und mittels der elektrisch isolierenden Beschichtungen (IS, IS'; IS1..IS2'; IS3..IS6') nicht lösbar zu einem Block (PP, SP1, SP2) verpreßt sind.

15

6. Planartransformator nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Primärplatine (PP) wenigstens eine mittels der elektrisch isolierenden Beschichtung (IS3', IS6) verpreßte Leiterplatte (LP3, LP6) aufweist, welche eine zusätzliche, 20 als Hilfswicklung (HW) dienende Wicklung (HW1, HW2) trägt.

7. Planartransformator nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Primär- und/oder Sekundärplatinen (PP, SP1, SP2) jeweils in den äußeren Bereichen wenigstens eine mittels 25 der elektrisch isolierenden Beschichtung (IS1', IS2, IS2', IS3, IS3', IS4, IS5', IS6) verpreßte Leiterplatte (LP1, LP2, LP3, LP6) aufweisen, welche jeweils eine zusätzliche elektromagnetisch abschirmende Schicht (S1, S2; S3, S4) trägt.

27.08.96

1 / 3

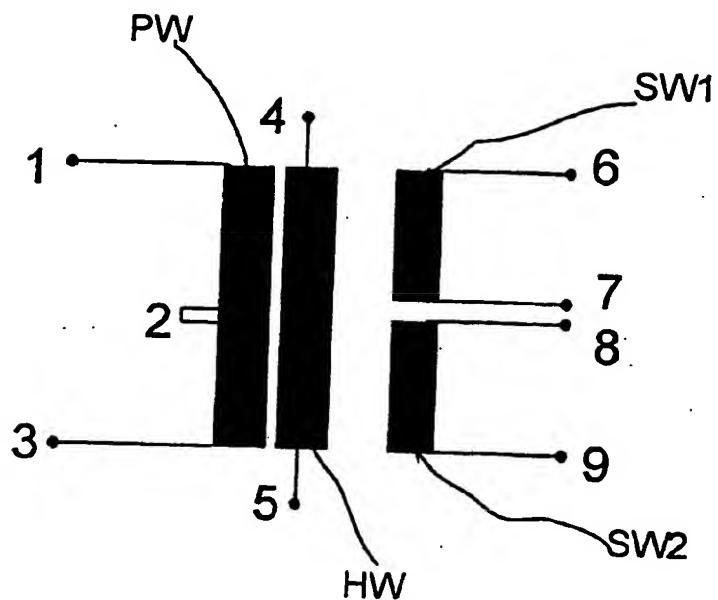


Fig.1

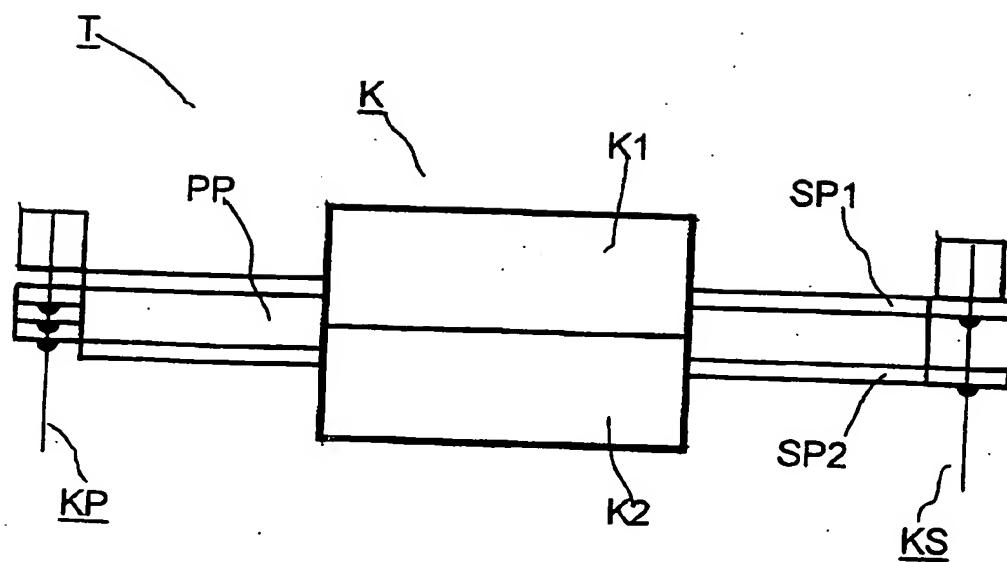


Fig.2

27.06.96

2 / 3

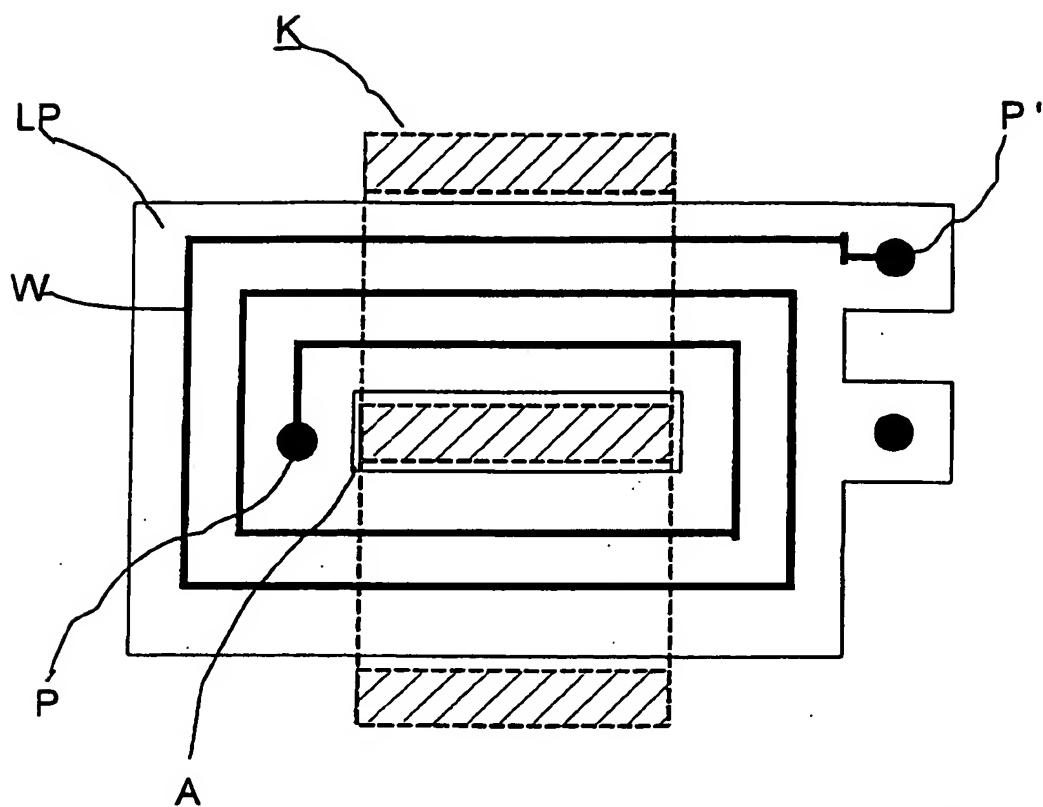


Fig.3

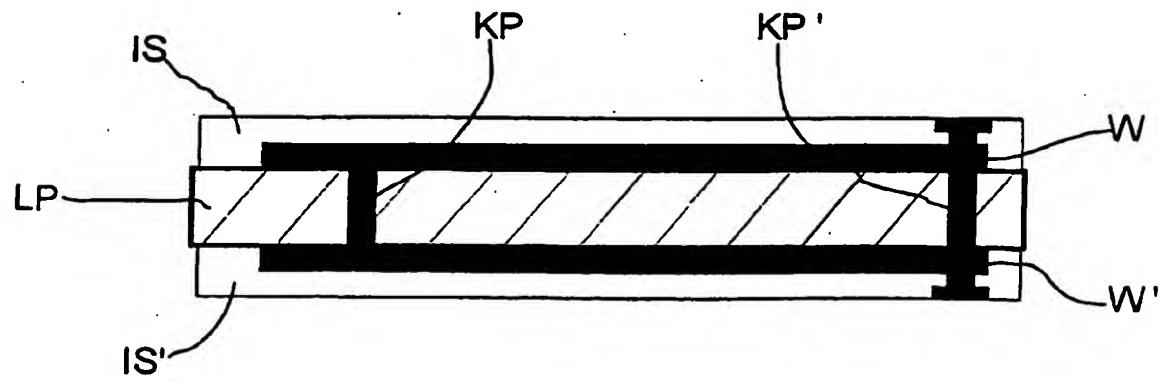


Fig.4

27.10.96

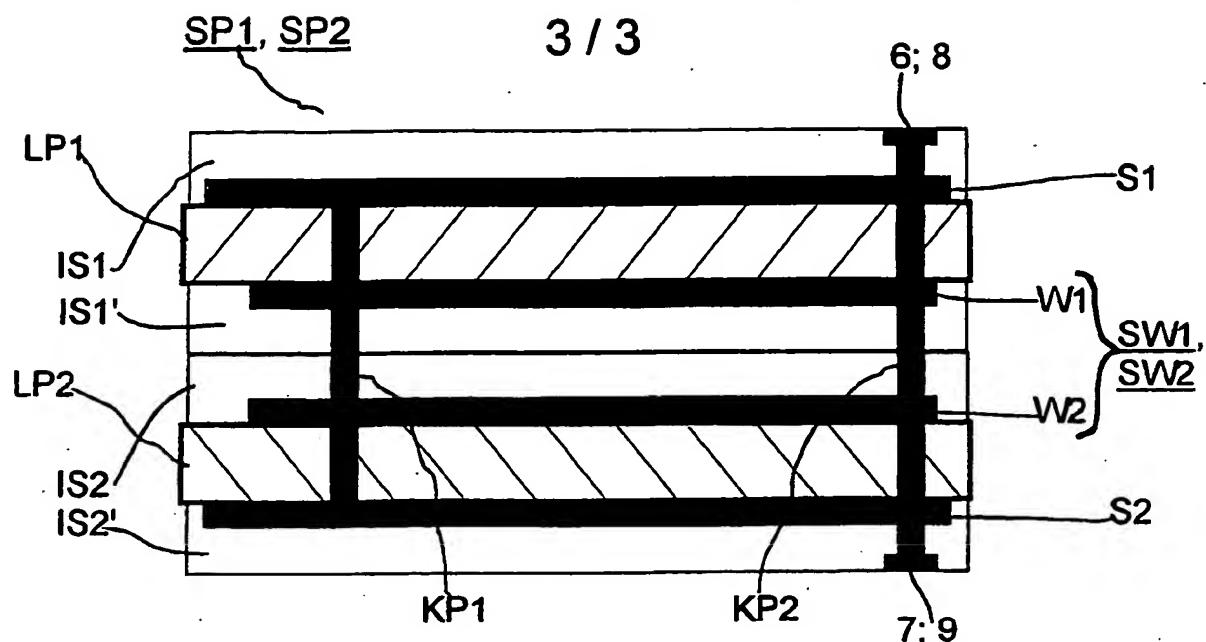


Fig.5

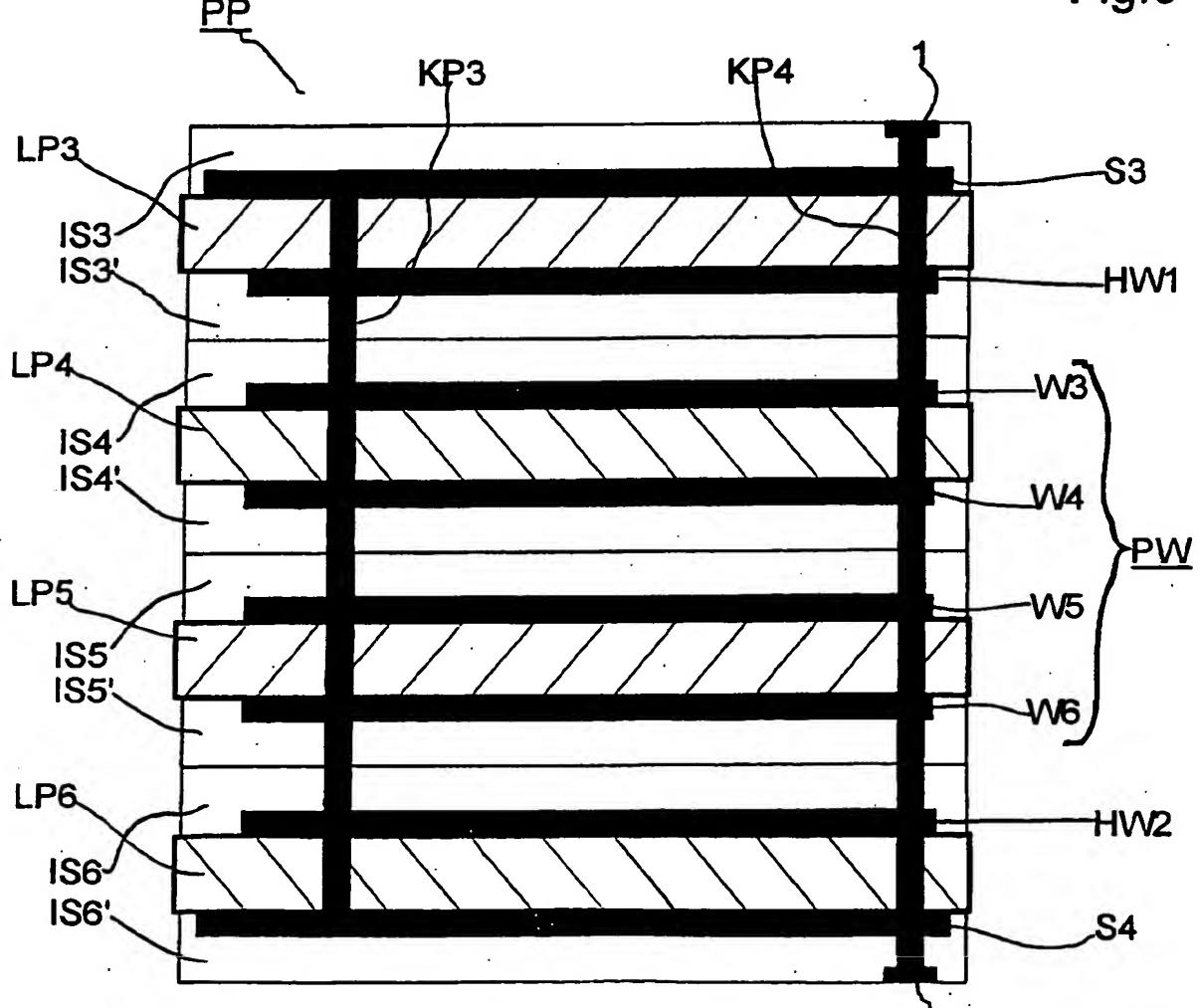


Fig.6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.